



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Gebrauchsmuster**  
⑩ **DE 298 22 507 U 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 F 23/284**

②① Aktenzeichen:	298 22 507.7
②② Anmeldetag:	17. 12. 98
④⑦ Eintragungstag:	25. 2. 99
④③ Bekanntmachung im Patentblatt:	8. 4. 99

⑦③ Inhaber: VEGA Grieshaber KG, 77709 Wolfach, DE	
⑦④ Vertreter: Patentanwälte Westphal, Mussnug & Partner, 78048 Villingen-Schwenningen	

Rechercheantrag gem. § 7 Abs. 1 GbmG ist gestellt

⑤④ Füllstandmeßvorrichtung

DE 298 22 507 U 1

DE 298 22 507 U 1



veg119

Vega Grieshaber KG  
Hauptstraße 1-5

D-77709 Wolfach

- Gebrauchsmusteranmeldung -

Füllstandmeßvorrichtung

## Beschreibung

## Füllstandmeßvorrichtung

- 5 Die Erfindung betrifft eine Füllstandmeßvorrichtung gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Füllstände werden anhand unterschiedlicher Meßtechniken bestimmt. Zum einen ist es möglich den Füllstand mittels elektromagnetischer Wellen berührungslos zu messen, während bei  
10 einem anderen Meßprinzip ein Meßfühler in direktem Kontakt mit dem Füllgut, welches entweder als Flüssigkeit oder als Schüttgut vorliegt, gebracht wird. Abhängig vom Füllgut, Behälter, etc. ist zu entscheiden, welches Meßverfahren das geeignetste  
15 ist.

Ein Meßprinzip besteht darin, Radarimpulse in Richtung Füllgutoberfläche abzustrahlen. Die Radarimpulse werden an der Füllgutoberfläche ausreichend gut reflektiert, sofern das  
20 Füllgut eine Dielektrizitätskonstante von etwa 2 oder größer aufweist. Die Laufzeit der Radarimpulse von außen bis zum Empfang am Sensor wird gemessen und damit eine Bestimmung der Entfernung zwischen Radarsender und Füllgutoberfläche ermöglicht. Dieses Meßverfahren hat einen verhältnismäßig hohen  
25 Preis, da eine Vielzahl hochfrequenter Bauteile einschließlich der Antennen und sehr aufwendige Elektronik erforderlich sind.

Beim kapazitiven Meßprinzip wird dagegen eine Meßelektrode in das Füllgut getaucht. Die Meßelektrode und die elektrisch  
30 leitende Behälterwand bilden einen Meßkondensator, dessen Kapazitätswert abhängig vom momentanen Füllstand ist. Der Vorteil dieses Meßverfahrens liegt in einem günstigen Preis und in einer wenig aufwendigen Auswerteelektronik. Nachteilig ist, daß die Dielektrizitätskonstante des Füllgutes sehr genau  
35 bekannt sein muß, um zu einem nicht all zu stark Fehler behafteten Meßergebnis zu gelangen.

Darüber hinaus ist eine weitere Füllstandmeßvorrichtung bekannt, die nach dem Impuls-Laufzeit-Verfahren arbeitet, wobei elektromagnetische Wellen von einer Antenne aus nicht in den Freiraum eines Behälters abgestrahlt werden, sondern entlang  
5 eines Wellenleiters zur Füllgutoberfläche geleitet werden. Nach der Reflektion an der Füllgutoberfläche infolge des dort auftretenden Impedanzsprunges läuft der reflektierte Teil der elektromagnetischen Wellen über den Wellenleiter zurück und wird dann auf seine Laufzeit ausgewertet und daraus die Füll-  
10 menge bestimmt. Eine derartige Vorrichtung ist aus der DE 44 04 745 C2 der Anmelderin bekannt. Werden sehr kurze elektrische Impulse im Bereich von einer Nanosekunde oder weniger über den Wellenleiter in Richtung Füllgut gesandt, wo die Impulse reflektiert werden, sobald sie auf eine Änderung  
15 in dem Wellenleiter oder in dem sie umgebenden Medium stoßen, spricht man vom sogenannten TDR-(Time-Domain-Reflectometry)-Verfahren.

All diese bekannten Verfahren erweisen sich in den Meßergebnissen als relativ ungenau, da sie keine Aspekte wie Temperaturveränderungen oder mögliche Unter- oder Überschichtungen des Füllgutes durch andere Substanzen berücksichtigen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine  
25 gattungsgemäße Füllstandmeßvorrichtung zu schaffen, welche verlässlichere Meßergebnisse zeigt.

Diese Aufgabe wird bei der bekannten Füllstandmeßeinrichtung durch einen Temperaturmeßfühler erreicht, welcher an dem Wellenleiter in einem Bereich angeordnet ist, welcher in das Füllgut eintaucht. Anhand der zusätzlich gemessenen Temperatur ist es dem Benutzer beispielsweise möglich abzuschätzen wie-  
30 viel Füllgut unter Berücksichtigung der Ausdehnung des Füllguts bei Temperaturänderungen in den Behälter paßt. Damit ist einerseits sichergestellt, daß ein Bersten des Behälters aufgrund einer Überfüllung in Zusammenhang mit dem temperaturbedingten Ausdehnen des Füllguts vermieden werden kann. Darüber

hinaus ist es auch möglich in Kenntnis der Temperatur eine normierte Füllmenge, also ein auf eine bestimmte Temperatur bezogener Füllstand bzw. in Kenntnis des spezifischen Gewichtes des Füllgutes das Füllgutgewicht anzugeben. Diese normierte Füllmenge macht es wesentlich einfacher die Menge des in dem Behälter befindlichen Füllguts sicher darzustellen und mit anderen Füllmengen zu vergleichen. Mithin ist erfindungsgemäß die Möglichkeit geschaffen eine wesentlich aussagekräftige Information in Form einer normierten Füllmenge darzustellen.

10

Weiterhin zeigt nun die erfindungsgemäße Füllstandmeßvorrichtung die Möglichkeit neben dem gemessenen Füllstand auch die Temperatur des Füllgutes oder auch einen normierten Füllstand bezogen auf eine festgelegte Temperatur auszugeben. Diese Information erweisen sich gerade bei einer starken Temperaturschwankungen, ausgesetzten Lage des Behälters als besonders nützlich, da hier auch der Bedarf von Isolationsmaßnahmen oder von einer Lageveränderung des Behälters zum Schutz vor den negativen Auswirkungen von Temperaturveränderungen, beispielsweise durch Rißbildung oder Bersten des Behälters deutlich gemacht werden können.

20

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

25

Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Füllstansvorrichtung zeigt mehrere Temperaturfühler, die in dem Bereich des Wellenleiters angeordnet sind, der zum Eintauchen in das Füllgut vorgesehen ist. Durch die Temperaturfühler, welche vorzugsweise entlang des Wellenleiters und hier vorzugsweise mit gleichem Abstand zueinander angeordnet sind, läßt sich ein differenzierteres Bild über die Temperaturverteilung des Füllgutes gewinnen und dadurch wesentlich realistischere Aussagen zum normierten Füllstand, zur Temperatur und ähnliches gewinnen. Auch ist es möglich, vorhandene Temperaturstufen als Indiz für das Vorhandensein einer Grenzfläche im Bereich zwischen den betreffenden Temperaturfühlern zu

30

35

verwenden und dieses bei der Auswertung der reflektierten elektromagnetischen Wellen für die Füllstandsmessung zu berücksichtigen. Eine Temperaturstufe kann sich beispielsweise dadurch ergeben, daß der gasgefüllte Freiraum in einem Bezin-  
5 tank mit neuer Luft angefüllt wird und die alte Luft, welche mit Benzindämpfen versetzt ist, abgesaugt wird. In diesem Fall ist es sehr wahrscheinlich, daß die Außenluft eine andere Temperatur zeigt als der Behälter mit dem darin enthaltenden Benzin, dessen Füllstand gemessen werden soll. Durch eine  
10 derartige kombinierte Auswertung läßt sich die Gefahr von falschen Messergebnissen deutlich reduzieren, was das Vertrauen in die Messung deutlich erhöht.

Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß ein  
15 einziger Wellenleiter vorgesehen ist, über den die elektromagnetischen Wellen in den Behälter geführt werden, wobei diese sich aufgrund des Skin-Effektes hauptsächlich an der Oberfläche des Wellenleiters ausbreiten. Der damit für die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen nicht benötigte  
20 Innenraum des Wellenleiters wird nun zur Aufnahme des Temperaturfühlers verwendet. Vorzugsweise werden auch die Zuleitungen des Temperaturfühlers, das kann sowohl eine Stromversorgungsleitung als auch eine Signalleitung zur Übertragung des Temperaturmeßsignals sein, im Inneren des Wellenleiters verlegt.  
25 Damit ist sichergestellt, daß aufgrund des allseitigen Umschließens des Temperaturfühlers mit Zuleitung durch den Wellenleiter ein umfassender Schutz des Temperaturfühlers vor den Einflüssen des Füllgutes gegeben ist. Gerade bei ätzenden oder andersweitig korrossiven Füllgütern erweist sich dies als be-  
30 sonders vorteilhaft. Im übrigen ist durch die Anordnung des Temperaturfühlers im Inneren des Wellenleiters, der vorzugsweise aus Edelstahl besteht ein sehr guter Wärmeübergang von dem Füllgut über den Wellenleiter zum Temperaturfühler gegeben, so daß die Füllguttemperatur sehr sicher bestimmt werden  
35 kann.



Eine andere beispielhafte Ausbildung der Erfindung zeigt zwei Wellenleiter, die beispielsweise als Seil, Rohr oder Stab ausgebildet sein können. Über diese beiden Wellenleiter werden die elektromagnetischen Wellen in den Behälter zur Messung des Füllstandes eingeleitet. An der Füllgutoberfläche werden diese elektromagnetischen Wellen auf dem Wellenleiter reflektiert und zu der Sende- und Empfangsvorrichtung zurückgeleitet. Anhand der Laufzeit wird dann der Füllstand bestimmt. Zwischen diesen beiden Wellenleitern ist im Bereich der Enden, die in das Füllgut eintauchen ein Temperaturfühler vorgesehen, der damit ohne dickwandige Wellenleiter entweder direkt oder durch eine dünne Hülle geschützt mit dem Füllgut in termischem Kontakt steht, so daß er die Temperatur des Füllgutes sehr schnell und exakt bestimmen kann. Dabei wird der Temperaturfühler bevorzugt über die beiden Wellenleiter mit Energie versorgt. Zudem ist es möglich, daß der Temperaturfühler seine Meßergebnisse als frequenzveränderliche Signale auf die Zuleitung für die Stromversorgung und damit auch auf die Wellenleiter gibt. Damit sind die Wellenleiter nicht nur die Stromversorgung des Temperaturfühlers und die Ableitung des Temperaturmeßsignals sondern auch die Übertragung der für die Füllstandmessung erforderlichen elektromagnetischen Wellen und der reflektierten Wellen zuständig. Das Ausschleusen der einzelnen Signalanteile erfolgt mittels geeigneter Filter. So kann beispielsweise das für die Füllstandmessung erforderliche sehr hoch frequente elektromagnetische Signal durch einen Hochpaßfilter herausgefiltert werden, während die Stromversorgung, welche beispielsweise als Gleichspannung ausgebildet ist, durch einen Tiefpaß herausgefiltert werden kann, während das Temperaturmeßsignals schließlich durch einen entsprechend gewählten Bandpaß aus dem gesamten Signal auf den Wellenleitern herausgefiltert werden kann. Durch diese verschiedenen Filter läßt sich eine Trennung der unterschiedlichen Signalanteile ohne Beeinflussung der anderen Signalanteile sicher bewerkstelligen und im folgenden jeder Signalanteil einer spezifischen Weiterverarbeitung zuführen.

Diese erfindungsgemäßen Füllstandmeßvorrichtungen sind auch geeignet den oder die Füllstände von Schüttgut insbesondere von Getreide zu bestimmen. Wobei bei einer Anwendung bei Getreide der Temperaturmeßfühler zusätzlich eine Überwachung auf Gährprozesse im Getreide ermöglicht, was den Einsatzbereich und Nutzen der erfindungsgemäßen Füllstandmeßvorrichtung erweitert.

Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung zeigt eine Auswerteeinheit, die so ausgebildet ist, daß verschiedene Reflektionen der gesendeten elektromagnetischen Wellen, welche an verschiedenen Grenzschichten hervorgerufen werden, aufgelöst und als verschiedene Laufzeiten ausgewertet und daraus die Füllstände der einzelnen Füllgüter, deren Trennschichten detektiert worden sind, bestimmt werden können. Damit wird es nun möglich gerade bei Füllgütern, die aufgrund ihrer unterschiedlichen Eigenschaften einander überschichten, bei der Füllstandsmessung zu differenzieren und den Füllstand jedes einzelnen Füllgutes zu bestimmen. Damit wird also möglich, daß im Gegensatz zu den bekannten Füllstandmeßvorrichtungen ein vermeintlich voller Benzintank, in dem sich unter der Schicht des Füllgutes Benzin eine ausgeprägte Schicht aus Wasser als Füllgut befindet, tatsächlich als nur teilweise mit Benzin gefüllten Behälter zu identifizieren. Demzufolge ist es möglich, daß nun in Kenntnis der Füllgutverhältnisse hier Benzinmenge zu Wassermenge geeignete Maßnahmen zum Entfernen des Wassers zur Erreichung eines vergrößerten nutzbaren Füllvolumens im Behälter für Benzin ergriffen werden können. Diese vorteilhafte Weiterbildung zeigt bevorzugt mehrere Temperaturmeßfühler, welche entlang des oder der Wellenleiter angeordnet sind, um hierdurch eine differenzierte Aussage über die Temperatur in den einzelnen Füllhöhen machen zu können, was sich bei der beschriebenen Auswertung der gemessenen Temperaturen in Verbindung mit den gemessenen Füllständen als vorteilhaft erwiesen hat.

Überschichten sich ein leifähiges Medium wie z.B. Wasser und



ein nichtleitendes Medium wie z.B. ein organisches Lösungsmittel oder Heizöl, so hat es sich als sehr vorteilhaft erwiesen, den Wellenleiter als leitfähigen Körper beispielsweise als leitfähiges Seil, als leitfähigen Stab oder als dünnes leitfähiges Rohr auszubilden, welcher eine äußere elektrische Isolierung aufweist. In diesem Fall wirkt der isolierte Wellenleiter in dem leitfähigen Medium als koaxiale Leitung an deren Ende, das ist der Bereich in dem das leitfähige Medium auf das nichtleitfähige Medium trifft und eine Trennschicht bildet, eine Reflexion der eingespeisten elektromagnetischen Wellen bewirkt. Der reflektierte Anteil der elektromagnetischen Wellen wird durch die Sende- und Empfangseinheit detektiert und auf deren Laufzeit untersucht, woraus der Füllstand bestimmt wird. Da aber nicht die komplette elektromagnetische Welle reflektiert wird, sondern ein Teil die Trennschicht durchdringt und entlang des Wellenleiters auf dessen Oberfläche weitergeleitet wird bis dieser Teil selbst an einer anderen Trennschicht reflektiert wird und zur Sende- und Empfangseinheit zurückgeleitet wird und selbst entsprechend auf seine Laufzeit untersucht und als Füllstand ausgewertet wird. Gerade durch die Ausbildung des Wellenleiters als isolierter leitfähiger Körper gelingt es, die Füllstände zweier Medien zu bestimmen, von denen das leitfähige Medium das nichtleitfähige Medium überschichtet.

Anders dagegen liegt der Fall, wenn das leitfähige Medium von einem nichtleitfähigen Medium überschichtet wird. In diesem Fall hat es sich als sehr geeignet erwiesen, den Wellenleiter als unisoliert leitfähigen Körper auszubilden. Dadurch gelingt es, jeweils die Trennschicht zu dem Füllgut mit der höheren Leitfähigkeit und der höheren Dielektrizitätskonstante sehr sicher zu detektieren, da an diesen Trennschichten jeweils eine Reflexion genauer gesagt eine Teilreflexion der eingekoppelten elektromagnetischen Wellen stattfindet. Die reflektierten elektromagnetischen Wellen werden dann zur Bestimmung der Laufzeit ausgewertet und daraus der Füllstand des jeweiligen Füllgutes bestimmt. In Verbindung mit dem bzw. den in den

betreffenden Bereichen des jeweiligen Füllgutes angeordneten Temperaturfühlern ist es möglich, die normierte Füllmenge zu bestimmen bzw. in Kenntnis des spezifischen Gewichtes das Produktgewicht des jeweiligen Füllgutes zu bestimmen. Damit  
5 ergeben sich sehr differenzierte und aussagekräftige Meßergebnisse.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zeigt die Füllstandmeßvorrichtung eine Schnittstelle, über welche die  
10 Meßergebnisse, das können die gemessenen Füllstände, die normierten Füllstände oder die Temperaturen der einzelnen Füllgüter sein, an eine von der Füllstandsmeßvorrichtung abgesetzte Erfassungsstelle übertragen werden. Dadurch wird es beispielsweise möglich, an einer zentralen Stelle beispielsweise  
15 die Füllstände der Tankbehälter einer Vielzahl von Tankstellen zu erfassen und abhängig von den einzelnen Füllständen eine wege-, zeit- und kostenoptimierte Versorgung der Tankstellen mit Nachschub für die Tankbehälter sicherzustellen. Neben dem gemessenen Füllstand kann auch der normierte Füllstand des  
20 Treibstoffes wie auch der Füllstand des im Tankbehälter unvermeidlichen Bodensatzes in Form von Wasser mitübertragen werden und daraus zentral eine Entscheidung über den Zeitpunkt und den Umfang der Entsorgung, des Nachschubs wie auch über die Notwendigkeit von Instandsetzungsmaßnahmen getroffen werden.  
25 Damit ist eine optimierte Versorgung der Autofahrer mit Treibstoff auf der Basis der erfindungsgemäßen Füllstandsvorrichtung mit Schnittstelle gegeben.

Die erfindungsgemäße Füllstandsmeßvorrichtung ist nicht nur  
30 zur Füllstandmessung nach dem TDR-Verfahren, sondern für jegliche Füllstandmeßverfahren geeignet, bei denen es auf die Reflektion von elektromagnetischen Wellen an der Füllgutoberfläche oder an den Trennflächen verschiedener Füllgüter ankommt. Beispiele für solche Füllstandmeßprinzipien sind neben  
35 dem Impulslaufzeitverfahren auch das sogenannte Chirp- oder CW/FMCW-Radarverfahren.

Das Chirp-Radar-Prinzip unterscheidet sich vom Puls-Radar durch die Technik der Pulserzeugung und Pulserkennung. Die ausgesendeten Signale haben eine längere Laufzeit, sind aber im Pulsspektrum frequenzmoduliert. Die empfangenen Signale werden in der Sende- und Empfangseinheit gefiltert, wobei die niedrigeren Frequenzen zu den höheren Frequenzen zeitverzögert sind.

Das CW/FMCW- (Continuous-Wave bzw. Frequency-Modulated-Continuous-Wave)-Radar unterscheidet sich vom Puls-Radar bzw. vom Chirp-Radar im wesentlichen in der Erzeugung, Erkennung und Auswertung der Mikrowellensignale. Zum Messen von absoluten Entfernungen, wie bei der Füllstandsmessung, bietet sich das frequenzmodulierte Dauerstrichverfahren mit konstanter Amplitude an (= FMCW). Hierbei wird ein lineares Sägezahn- oder ein dreizackiges frequenzmoduliertes Mikrowellensignal mit konstanter Amplitude über eine Antenne vom Sender abgestrahlt und an einem Objekt reflektiert. Die Anstiegs- und Abfallzeit der Modulationsfrequenz muß dabei so groß sein, daß das reflektierte Signal vor Ende der Modulation den Empfänger erreicht. Die Frequenzmodulation findet im Gigahertzbereich statt. Das reflektierte und nach einer Verzögerungszeit wieder empfangene Mikrowellensignal wird mit einem Teil des Sendesignals, dessen Frequenz sich zwischenzeitlich geändert hat, gemischt und die Zwischenfrequenz ausgefiltert. Die Frequenz des Mischausgangssignals ist bei konstanter Füllgutoberfläche direkt proportional der Verzögerungszeit und damit ein exaktes Maß für die Distanz zum reflektierenden Medium und damit der zu bestimmenden Füllgutoberfläche bzw. der Trennfläche.

Die erfindungsgemäße Füllstandmeßvorrichtung und deren Vorteile werden im folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Aufbau einer beispielhaften Füllstandmeßvorrichtung,

Fig. 2 eine Darstellung, einer erfindungsgemäßen Füllstandmeßvorrichtung auf einem Behälter mit zwei flüssigen Füllgütern und

5

Fig. 3 eine Prinzipdarstellung eines Schaltungsaufbaus für eine beispielhafte Füllstandmessvorrichtung.

10 Die in Fig. 1 dargestellte beispielhafte Füllstandmeßvorrichtung zeigt ein Gehäuse 9, in dem die hier nicht näher dargestellte Elektronik der Füllstandmeßvorrichtung, insbesondere die Sende- und Empfangseinheit 1, die Auswerteeinheit 7, die Filtereinheit 7b, die Temperatúrauswerteeinheit 7a und die  
15 Schnittstelle 8 beinhaltet. An das Gehäuse 9 schließt sich der Prozeßanschluß 10 an, der die Abdichtung des Behälterinnenraums gegen den Außenbereich sicherstellt, so daß beispielsweise Benzindämpfe nicht unkontrolliert aus einem Benzintank in die Umgebung entweichen können. An das Gehäuse 9 und den  
20 Prozeßanschluß 10 schließt sich der Wellenleiter 2 an, der hier als dünnes leitfähiges zum Behälter geschlossenes Rohr aus Edelstahl ausgebildet ist. Durch diese Art der Ausbildung ist ein sehr widerstandsfähiger Wellenleiter 2 gegeben, in dessen Innenraum ein Temperaturfühler 5 angeordnet ist. Der  
25 Temperaturfühler 5 ist im Bereich des Endes 3 des Wellenleiters 2 angeordnet, welches zum Eintauchen in das Füllgut vorgesehen ist. Damit ist eine sichere Temperaturmessung des Füllgutes, insbesondere durch den guten Wärmeübergang des Wellenleiters aus Edelstahl vom Füllgut auf den Temperaturfühler 5 gegeben. Der Temperaturfühler 5 ist über zwei Leitungen  
30 6, welche sich durch den Hohlraum des Wellenleiters 2 erstrecken, mit der hier nicht dargestellten Temperatúrauswerteeinheit 7a und der ihr zugeordneten Filtereinheit 7b sowie mit einer Stromversorgung für den Temperaturfühler 5 verbunden. Über diese zwei Leitungen 6 erhält der Temperaturfühler 5 die notwendige Energie, welche zur Messung der Temperatur erforderlich ist. Das Meßsignal des Temperaturfühlers 5 wird über

dieselben Leitungen 6 an die Filtereinheit 7b und die Temperaturswerteeinheit 7a geleitet.

Fig. 2 zeigt eine Füllstandmeßvorrichtung, welche mit dem Prozeßanschluß 10 auf einen Behälter 11 aufgesetzt ist. In dem Behälter 11 sind zwei flüssige Füllgüter 4a, 4b enthalten. Die beiden Füllgüter 4a, 4b entmischen sich aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften. In dem hier dargestellten Beispiel könnte das erste Füllgut 4a durch Benzin, ein weitgehend elektrisch nicht leitendes Medium, gegeben sein, während das zweite Füllgut 4b beispielsweise durch Wasser, ein leitfähiges Medium, gegeben sein kann. In dem dargestellten Beispiel überschichtet das Benzin 4a als nichtleitendes Medium das Wasser 4b als leitfähiges Medium.

An dem Gehäuse 9 mit dem sich daran anschließenden Prozeßanschluß 10 der Füllstandmeßvorrichtung schließt sich der einzige Wellenleiter 2 an, der sich durch den Behälterinnenraum bis nahezu an den Boden des Behälters 11 erstreckt. Dabei durchstößt der Wellenleiter 2 zuerst den Gasraum oberhalb des Benzins 4a, anschließend eine Schicht des Benzins 4a und danach eine Schicht des Wassers 4b. Die Trennfläche zwischen dem Gasraum mit den Benzindämpfen und dem Benzin 4a wird im folgenden als Trennschicht I bezeichnet. Entsprechend wird die Trennschicht zwischen dem Benzin 4a und dem Wasser 4b als Trennschicht II bezeichnet.

Zur Füllstandmessung erzeugt die Sende- und Empfangseinrichtung 1 elektromagnetische Wellen, z.B. im Mikrowellenbereich. Diese elektromagnetischen Wellen können 5,8 Gigahertz Radar-Pulse sein. Der Radar-Puls zeigt zum Beispiel für eine Pulslänge von 1 Nano-Sekunde und wird mit einer Frequenz von 3,579 Megahertz erzeugt. Dieser 5,8 Gigahertz Radar-Puls wird auf den Wellenleiter 2 eingekoppelt und wird aufgrund des Skin-Effektes auf dessen Oberfläche in Richtung des Endes 3 des Wellenleiters 2 geführt. Die elektromagnetischen Wellen bauen um den Wellenleiter 2 herum ein elektromagnetisches Feld auf.



Beim Auftreffen dieses Feldes auf die Trennflächen I, wird ein Teil der elektromagnetischen Wellen reflektiert und gelangt über den Wellenleiter 2 wieder zurück zu der Sende- und Empfangseinheit 1. Der andere Teil der elektromagnetischen Wellen wird weiter in Richtung des Endes 3 geführt und wird wiederum teilweise an der nächsten Trennschicht II reflektiert und im reflektierten Umfang wieder zurück über den Wellenleiter 2 zur Sende- und Empfangseinheit 1 zurückgeführt.

Die Reflektion der über den Wellenleiter 2 in Richtung Ende 3 geführten elektromagnetischen Wellen hat seine Ursache darin, daß die Ausbreitung des elektromagnetischen Feldes durch den stromdurchflossenen Wellenleiter 2 beim Auftreffen auf eine Trennfläche gestört wird. Je nach Grad der Störung wird ein größerer oder kleinerer Teil oder die ganze oder gar kein Teil der elektromagnetischen Welle reflektiert. Auch bildet das Eintauchen des Wellenleiters 2 in das andere Füllgut einen Impedanzsprung. Dieser Impedanzsprung führt zur Reflektion, die zur Laufzeit- und damit zur Füllstandmessung herangezogen wird.

Die durch die Sende- und Empfangseinheit 1 empfangenen reflektierten elektromagnetischen Wellen werden in der Auswerteeinheit 7 auf ihre Laufzeit analysiert und aus der bzw. den Laufzeiten der Füllstand des Öls 4a und des Wassers 4b bestimmt.

Darüber hinaus wird mit Hilfe des Temperaturfühlers 5 am unteren Ende 3 des Wellenleiters 2 und der Temperatúrauswerteeinheit 7b die Temperatur des Wassers 4b bestimmt, die in der Regel der Temperatur des gesamten Behälters und damit auch des Benzins 4a entspricht. Die gemessene Temperatur wird bei der Auswertung der gemessenen Füllstände beispielsweise dahingehend berücksichtigt, daß diese bei einer Bestimmung des auf eine bestimmte Temperatur normierten Füllstand verwendet wird. Damit ergibt sich die Möglichkeit, daß neben dem gemessenen Füllstand des Benzins 4a, des Wassers 4b auch deren normierten Füllstände wie auch die Temperatur als Meßergebnisse ausge-



geben werden können. Damit vereinigt die dargestellte Füllstandmeßvorrichtung zwei Füllstandmeßvorrichtungen, eine für das Benzin 4a und eine für das Wasser 4b, sowie einen separaten Temperaturmeßsensor.

5

In Fig. 3 ist ein beispielhafter Schaltungsaufbau für eine erfindungsgemäße Füllstandmeßvorrichtung dargestellt. Die Sende- und Empfangseinheit 1 generiert die elektromagnetischen Wellen, die in den Wellenleiter 2 eingekoppelt werden. Der Wellenleiter 2 ist hier schematisch als unten geschlossenes Rohr ausgebildet, in dem an dessen unteren, geschlossenen Ende 3 der Temperaturmeßfühler 5 angeordnet ist. Im Inneren des rohrförmigen Wellenleiters 2 sind die Leitungen 6 zur Übertragung der Stromversorgung und zur Übertragung der Meßsignale des Temperaturfühlers 5 dargestellt. Diese Leitungen 6 führen zu einer Filtereinheit 7b, die als Bandpaß ausgeführt ist, wodurch das Stromversorgungssignal, welches regelmäßig als Gleichspannungssignal ausgebildet ist, sowie die ggf. eingestrahlten hochfrequenten elektromagnetischen Wellen herausge-  
15 filtert und das verbleibende eigentliche Meßsignal des Temperaturfühlers 5 an die Temperatúrauswerteeinheit 7a weitergeleitet wird. Die Temperatúrauswerteeinheit 7a setzt das Meßsignal des Temperaturfühlers 5 in ein Temperatursignal um, welches der Auswerteeinheit 7 zugeführt wird.

25

Die eingekoppelten elektromagnetischen Wellen laufen entlang der Oberfläche des rohrförmigen Wellenleiters 2 in Richtung seines Endes 3 und werden an den Trennflächen teilweise reflektiert und über die Oberfläche des Wellenleiters 2 zurück zur Sende- und Empfangseinheit 1 geführt. Dort werden sie von dieser wieder vom Wellenleiter 2 ausgekoppelt und dahingehend aufbereitet, daß die Informationen zu den gesendeten und empfangenen, reflektierten elektromagnetischen Wellen von anderen Störeinflüssen befreit werden. Die störbefreiten elektromagnetischen Wellen werden in der Auswerteeinheit 7 auf die jeweilige Laufzeit ausgewertet. Es ergeben sich bei einer Anwendung gemäß Fig. 2 zumindest zwei verschiedene Laufzeiten, die durch

35

- die Trennflächen I und II bedingt sind. Abhängig von der jeweiligen Laufzeit wird der Füllstand des Benzins 4a in Abhängigkeit des darunterliegenden Füllstandes des Wassers 4b bestimmt. Weiterhin ermöglicht die Auswerteeinheit 7 eine Berechnung eines Füllstandes, welcher auf eine festgelegte Temperatur normiert ist. In Kenntnis des spezifischen Gewichtes läßt sich auch das Produktgewicht des Benzins 4a bzw. des Wassers 4b bestimmen.
- 10 Die aus den Laufzeiten und der Temperatur abgeleiteten Größen der Füllstände, der normierten Füllstände oder der Temperatur können über eine Meßwertausgabe, welche Teil der Auswerteeinheit 7 ist, bei Bedarf an einem Benutzer ausgegeben werden.
- 15 Weiterhin zeigt die erfindungsgemäße Füllstandsvorrichtung gemäß der Fig. 3 eine Schnittstelle 8, die mit der Auswerteeinheit 7 verbunden ist. Mittels dieser Schnittstelle 8 können die Meßergebnisse an eine von der Füllstandmeßvorrichtung abgesetzte vorzugsweise zentrale Erfassungsstelle übertragen werden, wo die Meßergebnisse einer Vielzahl von derartigen Füllstandmeßvorrichtungen zusammengefaßt und zusammenfassend ausgewertet wird. Dabei läßt sich anhand dieser Auswertung besonders einfach eine Statistik über die Füllstandsveränderungen ermitteln, wie sich auch der Anteil des in dem Benzin-
- 20 tank unerwünschten Wassers bestimmen und sich daraus das Erfordernis von Gegenmaßnahmen einschließlich deren Terminierung bestimmen läßt, wie sich daraus auch der Zeitpunkt und der Umfang eines Versorgens mit Nachschub für die mit dieser erfindungsgemäßen Füllstandsvorrichtung versehenen Benzinbehäl-
- 25 tern festzulegen lassen. Damit gelingt es durch den Einsatz derartiger Füllstandmeßvorrichtungen die Aufwendungen für die Organisation und Versorgung und die Instandhaltung derartiger Behälter sowohl zeit- als auch kostenmäßig als auch logistisch zu optimieren.

## Bezugszeichenliste

- |    |    |  |
|----|----|--|
|    | 1  | Sende- und Empfangseinheit                               |
|    | 2  | Wellenleiter   |
| 5  | 3  | zum Eintauchen in ein Füllgut vorgesehenes Ende          |
|    | 4  | Füllgut  |
|    | 4a | Benzin   |
|    | 4b | Wasser   |
|    | 5  | Temperaturfühler   |
| 10 | 6  | Leitungen für Stromversorgung und/oder Signalübertragung |
|    | 7  | Auswerteeinheit  |
|    | 7a | Filtereinheit  |
|    | 7b | Temperaturauswerteeinheit                                |
|    | 8  | Schnittstelle  |
| 15 | 9  | Gehäuse  |
|    | 10 | Prozeßanschluß   |
|    | 11 | Behälter   |
|    | I  | Trennfläche zwischen Luftraum zu Benzinfüllgut           |
|    | II | Trennfläche zwischen Benzinfüllgut und Wasserfüllgut     |

## Schutzansprüche

1. Füllstandmeßvorrichtung mit einer Sende- und Empfangsein-  
5 heit (1), mit wenigstens einem mit der Sende- und Empfangs-  
einheit (1) verbundenen Wellenleiter (2), welcher mit einem  
Ende (3) zum Eintauchen in ein Füllgut (4) vorgesehen ist und  
welchem von der Sende- und Empfangseinheit (1) elektronische  
Wellen zuführbar sind, welche auf den Wellenleiter (2) ge-  
10 führt werden, wobei im Wellenleiter (2) reflektierte elektro-  
magnetische Wellen zur Füllstandmessung ausgewertet werden,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß ein Tempe-  
raturfühler (5) im Bereich des zum Eintauchen in ein Füllgut  
(4) vorgesehenen Endes (3) des Wellenleiters (2) vorgesehen  
15 ist.
2. Füllstandmeßvorrichtung nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß mehrere  
Temperaturfühler (5) im Bereich des zum Eintauchen in ein  
20 Füllgut (4) vorgesehenen Ende (3) des Wellenleiters (2) vor-  
gesehen sind.
3. Füllstandmeßvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß ein ein-  
25 ziger Wellenleiter (2) vorgesehen ist, in dessen Inneren der  
oder die Temperaturfühler (5) angeordnet sind.
4. Füllstandmeßvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zwei Wel-  
30 lenleiter (2) vorgesehen sind und der oder die Temperaturfüh-  
ler (5) zwischen den Wellenleitern (2) angeordnet sind.
5. Füllstandmeßvorrichtung nach einem der vorstehenden An-  
sprüche,  
35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der oder  
die Wellenleiter (2) so ausgebildet sind, daß eine Stromver-  
sorgung und/oder eine Signalübertragung über den/die Wellen-

leiter (2) für den oder die Temperaturfühler (5) gegeben ist.

6. Füllstandmeßvorrichtung nach Anspruch 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß im Inne-  
5 ren des einzigen Wellenleiters (2) Versorgungs- und/oder Si-  
gnalleitungen (6) für den oder die Temperaturfühler (5) an-  
geordnet sind.

7. Füllstandmeßvorrichtung nach einem der vorstehenden An-  
10 sprüche oder nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß eine Aus-  
werteeinheit (7) vorgesehen ist, welche geeignet ist, mehrere  
reflektierte elektromagnetische Wellen als Füllstände ver-  
schiedener Füllgüter auszuwerten.

15 8. Füllstandmeßvorrichtung nach einem der vorstehenden An-  
sprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Wel-  
lenleiter (2) als unisolierter leitfähiger Körper ausgebildet  
20 ist.

9. Füllstandmeßvorrichtung nach einem der vorstehenden An-  
sprüche 1 bis 7,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Wel-  
25 lenleiter (2) als leitfähiger Körper mit einer äußeren Iso-  
lierung ausgebildet ist.

10. Füllstandmeßvorrichtung nach einem der vorstehenden An-  
sprüche,  
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß eine  
Schnittstelle (8) zur Übertragung eines Meßergebnisses an  
eine Erfassungsstelle vorgesehen ist.

35 11. Anordnung aus einer Vielzahl von Füllstandmeßvorrichtun-  
gen gemäß Anspruch 10,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß eine zen-

veg119

17.12.98

18

trale Erfassungsstelle vorgesehen ist, in der die über die Schnittstellen (8) übertragenen Meßergebnisse erfaßt und ausgewertet werden.

5 21



17.12.98

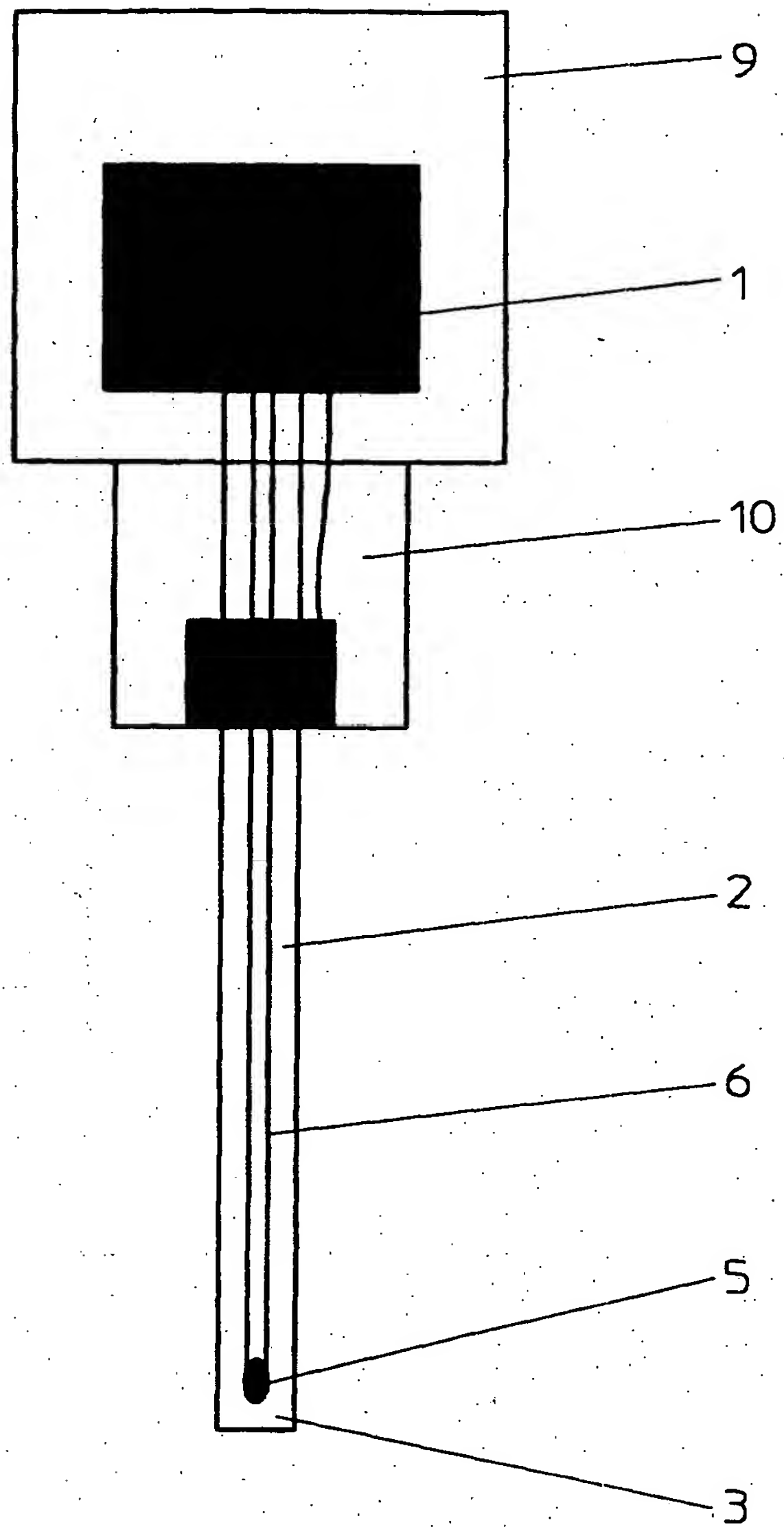


Fig. 1

17.12.98

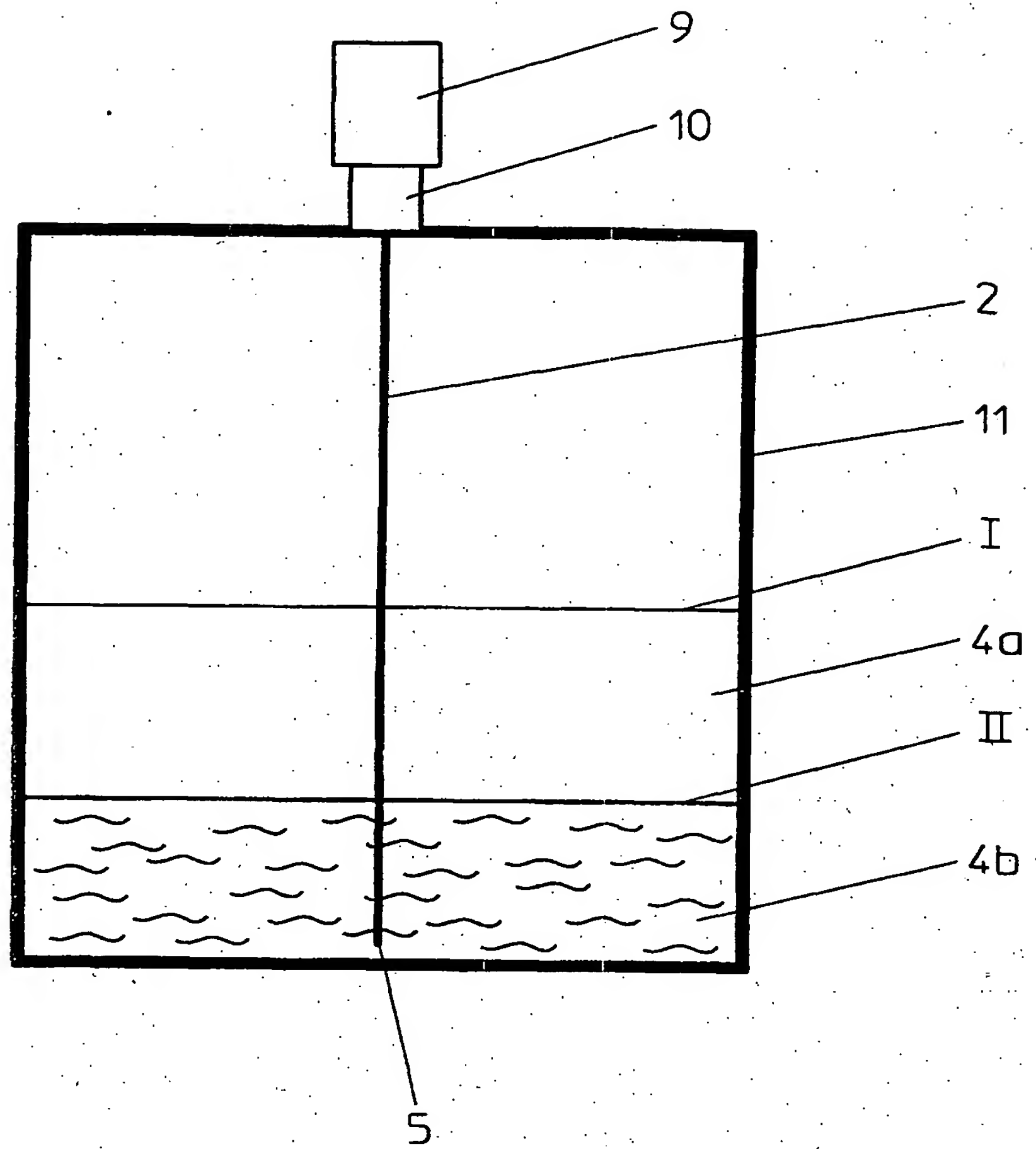


Fig. 2

17.12.98

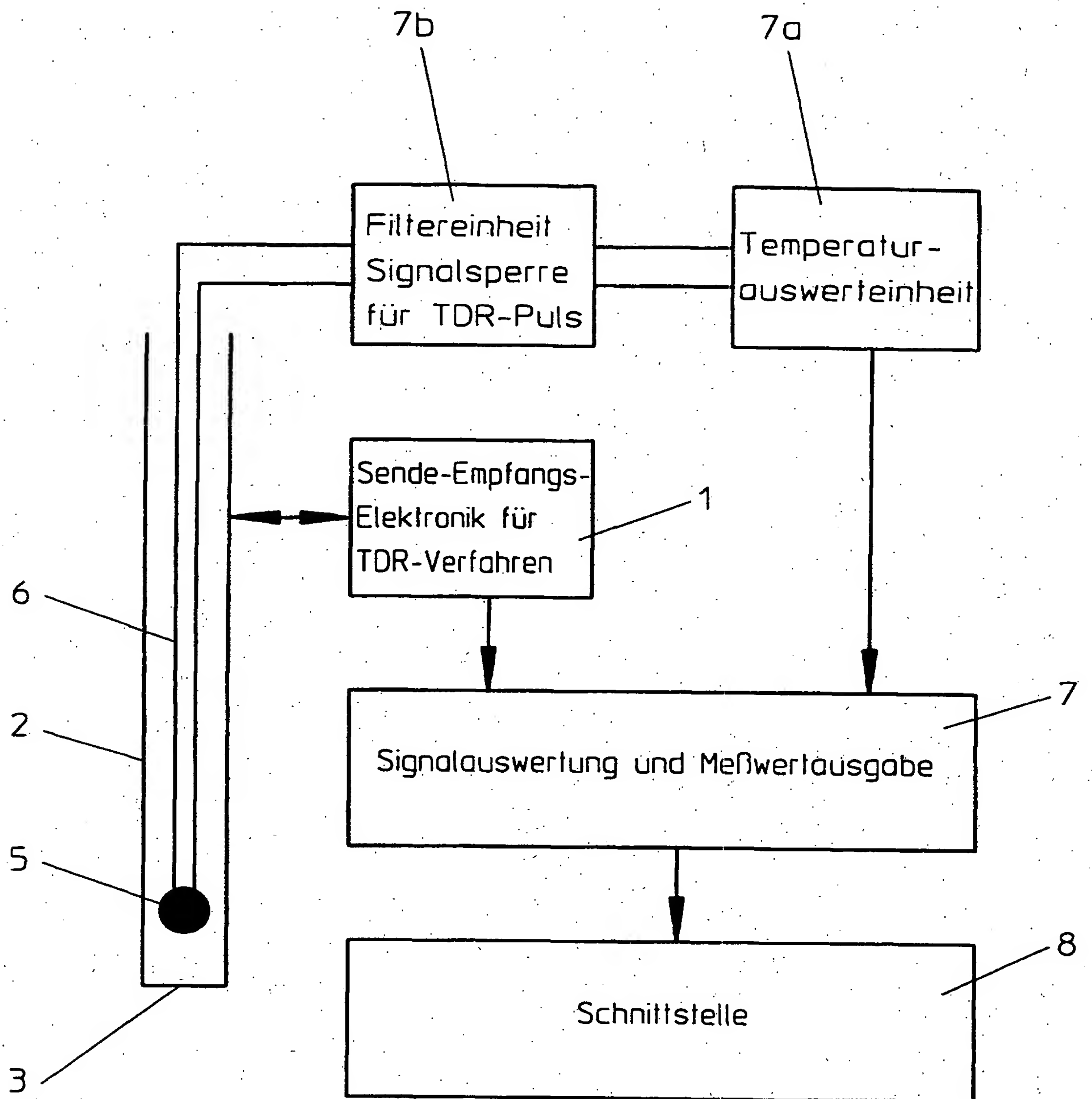


Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**